

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-061185

(43)Date of publication of application : 04.03.1994

(51)Int.Cl.

H01L 21/302

(21)Application number : 04-232705

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 06.08.1992

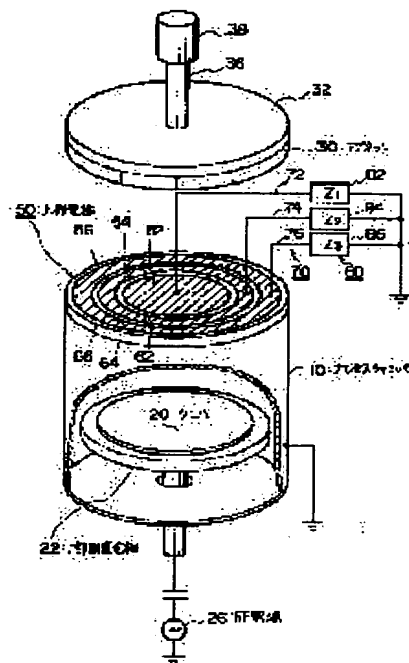
(72)Inventor : KAWAKAMI SATOSHI
FUKUDA YORINOBU

(54) PLASMA PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a plasma processing device which enables plasma processing to be carried out high in uniformity throughout the surface of a work without being complicated.

CONSTITUTION: Plasma can be generated inside a process chamber 10 by an upper electrode 50, a lower mounted electrode 22 connected to a single RF electrode 26, and a rotatable magnet 30, whereby a wafer 20 can be subjected to plasma processing in sheet form. The upper electrode 50 is divided to a first electrode 52, a second electrode 54, and a third electrode 56 each forming a zone, and a first insulating member 62, a second insulating member 64, and a third insulating member 66 are interposed between the electrodes 52, 54, and 56 respectively. The upper electrode 50 is connected to a high frequency cable 70 and grounded through the intermediary a first impedance variable part 82, a second impedance variable part 84, and a third impedance variable part 86. By this setup, a plasma processing device of this design can be changed in impedance corresponding to a route of each zone, so that plasma processing can be enhanced in uniformity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

特開平6-61185

(43) 公開日 平成6年(1994)3月4日

(51) Int. Cl. ⁵

H01L 21/302

識別記号

C 9277-4M

F I

審査請求 未請求 請求項の数4 (全8頁)

(21) 出願番号 特願平4-232705

(22) 出願日 平成4年(1992)8月6日

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号

(72) 発明者 川上 聡

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京
エレクトロン株式会社内

(72) 発明者 福田 頼信

東京都新宿区西新宿2丁目3番1号 東京
エレクトロン株式会社内

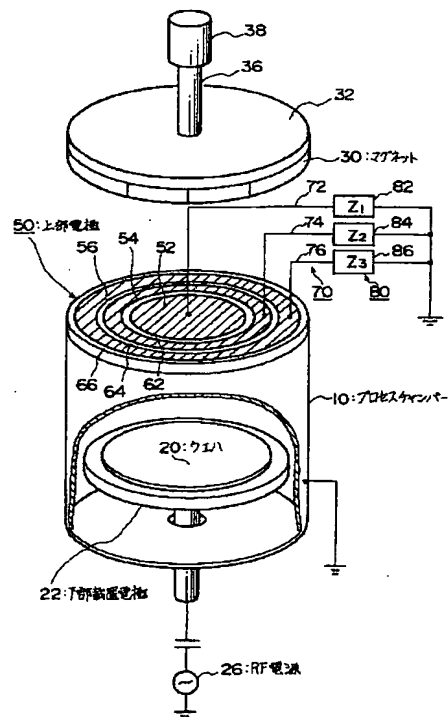
(74) 代理人 弁理士 井上 一 (外2名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 装置を煩雑化させることなく、被処理体の面内でのプラズマ処理の均一性を向上させることができるプラズマ処理装置を提供すること。

【構成】 プロセスチャンバー10内は、上部電極50、単一のRF電極26に接続された下部載置電極22、回転可能なマグネット30によりプラズマ生成可能であり、これによりウェハ20を枚葉式にプラズマ処理できる。上部電極50は、第1、第2、第3の電極52、54、56にゾーン毎に分割され、それぞれの間には、第1、第2、第3の絶縁部材62、64、66が介在している。また、上部電極50には、高周波ケーブル70が並列接続され、第1、第2、第3のインピーダンス可変部82、84、86を介して接地される。これにより、各ゾーン毎の経路に対応して、インピーダンスを異ならせることが可能となり、これによりプラズマ処理の均一性を高めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理体を載置する載置電極と該載置電極と対向する対向電極からなる平行平板電極の一方に単一の高周波電源を接続し、他方を接地して両電極間にプラズマを生成して、前記被処理体を一枚ずつプラズマ処理するプラズマ処理装置において、

前記対向電極には、中心からの距離が異なるゾーン毎に高周波ケーブルが並列接続され、かつ、前記各ゾーン間でインピーダンスを異ならせたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記対向電極は前記各ゾーン毎に分割して形成され、各ゾーン間に絶縁材が介在されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、隣接する 2 つの前記ゾーンの各電極の材質が異なることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、前記各ゾーンに接続された各高周波ケーブルの途中には、各ゾーンのインピーダンスを独立して可変する可変インピーダンスが挿入接続されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁場形成手段より発生する変動磁場をシールドする磁気シールド部材を備えるプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、16MDRAMなどLSIの高集積化に伴い、半導体プロセスは0.4 μ mから0.2 μ mへとより微細化が進み、またウエハの口径も8インチから12インチへとより大口径化が進んでいる。更に、プラズマ処理装置が処理するものとして、LCDなど半導体ウエハ以外の大型の被処理体を処理する必要性が生じている。

【0003】 このような半導体プロセスの微細化、ウエハの大口径化、被処理体の大型化に伴い、これらのウエハを処理するプラズマ処理装置としては、従来のバッチ式のプラズマ処理装置に代わって、枚葉式のプラズマ処理装置が主流となってきている。例えばドライエッチ、特にRIE装置では80%以上が枚葉式の装置になっている。また、スパッタ装置ではほとんど枚葉式の装置が使用されるようになっている。

【0004】 このような、枚葉式プラズマ処理装置に要求される性能としては、プロセスの微細化に対応して、より高精度のプロセス処理を行うこと、また、ウエハの大口径化に対応して、ウエハの面内でのプラズマ処理の均一性を向上させることである。特に、ウエハ面内での処理の均一性の向上は、ウエハの歩留まり、プロセス精度の微細化、プロセスの安定化に大きな影響を与えるた

め、最も大きな技術的課題となっている。

【0005】 ところで、従来のバッチ式プラズマ装置では、多数のウエハを一度に処理する必要があるため、装置が大型化し、これにより、プラズマを生成するための電極も巨大化していた。そして、この電極の巨大化により、導電性材料で形成された電極であるにもかかわらず、電極の表面電位が場所によって異なる部分が生じ、これにより、プラズマ生成の均一性が保てないという事態が生じた。このような問題点を解決する手段として、例えば特開昭58-42226号公報、また、特開昭55-145100号公報に開示されたものがある。

【0006】 しかし、これらの解決手段が適用されるのは共にバッチ式プラズマ装置であり、また、これらの解決手段が解決しようとする課題は、巨大化する電極により生じる弊害を防止することにあつた。また、特開昭58-42226号公報に開示された解決手段は、巨大化した電極を細分化して、それぞれに別個のRF電源を接続して、前記した電極の表面電位の変動を防止するというものである。しかし、このような解決手段を適用した装置では、RF電源の数が複数となり、かさばり、コストも高くなるだけでなく、制御パラメータが増すため操作性にも難点があつた。従って、多数のウエハを処理するために大型化が許されるバッチ式プラズマ処理装置には向いているが、一枚のウエハを処理するために小型化が要求される枚葉式プラズマ処理装置に適用するには不向きな手段であつた。また、特開昭58-145100号公報に開示された解決手段は、1の巨大電極に複数個のRF供給端子を設け、このRF供給端子におけるバイアス電圧を検出して、この電圧が等しくなるように設定することでプラズマ処理の均一化を図るというものである。しかしこのような解決手段を適用した装置では、複数のRF電源供給端子が設けられるのは導電性材料で形成された単一の電極であつた。従って、RF電源の周波数の波長よりも大きいような大型の電極の表面電位の制御をすることはできるが、小型の電極の表面電位の制御を行うのは非常に困難であつた。従って、大型電極を用いるバッチ式プラズマ処理装置において、各ウエハ間のプラズマ処理の均一性を向上させることはできるが、小型電極を用いる枚葉式プラズマ処理装置において、ウエハ面内のプラズマ処理の均一性を向上させることは事実上不可能であつた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明が解決しようとする課題は、プラズマ処理装置において処理するウエハの面内でのプラズマ処理の均一性を向上させることにある。

【0008】 処理するウエハの大口径化例えば8インチ、12インチ化への移行、LCDなど処理する被処理体の大型化、また、プロセスのサブミクロン化により、ウエハ面内でのプラズマ処理の不均一性を原因とする各

10

20

30

40

50

種の問題が生じるようになった。例えばエッチング処理を例にとれば、ウエハ面内でのエッチングレートの不均一性があると、ウエハ面内のある部分ではエッチング過剰によりパターンが切断等し、別のある部分ではエッチング不足によりパターンの分離が不十分となるといった事態が生じていた。そしてこのような事態は、ウエハの歩留まりの低下及び I C チップの信頼性の低下の要因、また、プロセスの微細化の限界点を決める主要因となっていた。

【 0 0 0 9 】そこで本発明の目的とするところは、装置を煩雑化させることなく、被処理体の面内でのプラズマ処理の均一性を向上させることができるプラズマ処理装置を提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項 1 に係るプラズマ処理装置は、被処理体を載置する載置電極と該載置電極と対向する対向電極からなる平行平板電極の一方に単一の高周波電源を接続し、他方を接地して両電極間にプラズマを生成して、前記被処理体を一枚ずつプラズマ処理する枚葉式プラズマ処理装置において、前記対向電極には、中心からの距離が異なるゾーン毎に高周波ケーブルが並列接続され、かつ、前記各ゾーン間でインピーダンスを異ならせたことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】また請求項 1 において、前記対向電極は前記各ゾーン毎に分割して形成され、各ゾーン間に絶縁材が介在されていることが望ましい。

【 0 0 1 2 】また、請求項 1 又は 2 において、隣接する 2 つの前記ゾーンの各電極の材質が異なることもできる。

【 0 0 1 3 】また、請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、前記各ゾーンに接続された各高周波ケーブルの途中には、各ゾーンのインピーダンスを独立して可変する可変インピーダンスが挿入接続されていることが望ましい。

【 0 0 1 4 】

【作用】前記構成の本発明に係るプラズマ処理装置によれば、対向電極の各ゾーン間でのインピーダンスが異なるため、単一の高周波電源を用いながらも、中心からの距離の異なる各ゾーン間でのインピーダンスを異ならせることができる。

【 0 0 1 5 】また、前記各ゾーンを分割して形成し、各ゾーン間に絶縁材を介在させれば、より確実に、また、より簡易に各ゾーン間でのインピーダンスを異なって設定することができる。

【 0 0 1 6 】また、前記ゾーンの各電極の材質を異ならせることによっても、各ゾーン間のインピーダンスを異なって設定させることもできる。

【 0 0 1 7 】更に、各ゾーン間に接続された各高周波ケーブルの途中に、独立して可変できる可変インピーダン

スを挿入接続すれば、単一高周波電源を用いながらも、プラズマ処理装置の構成、プロセスの条件等に対応して、より簡易にゾーン毎に異なったインピーダンスを設定することができる。

【 0 0 1 8 】

【実施例】以下、本発明を磁場アシストのマグネトロンプラズマエッチング装置に適用した実施例について図面を参照して具体的に説明する。

【 0 0 1 9 】まず、磁場アシストのマグネトロンプラズマエッチング装置の概略について、図面を参照して説明する。

【 0 0 2 0 】図 2 において、ガス排気孔 1 4 により真空引きが可能であり、かつ、ガス導入孔 1 2 によりエッチングガスの導入が可能なプロセスチャンバー 1 0 内部には、ウエハ 2 0 を載置しかつ昇降可能な下部載置電極 2 2 が設けられている。ここで、プロセスチャンバー 1 0 は例えば導電性の高いアルミ製材料により形成され、その内側上部には、同じく導電性の高い例えばアルミ製材料により形成された上部電極 5 0 が設けられている。

【 0 0 2 1 】下部載置電極 2 2 の下部には、ベローズ 2 4 (図 1 では省略している) が設けられ、これにより電極間距離を所定に設定するために下部載置電極 2 2 を昇降させても、プロセスチャンバー 1 0 内は外部の大気から気密状態に維持できる。また、この下部載置電極 2 2 には周波数例えば 1 3 . 5 6 M H z 、または 4 0 . 6 8 M H z の高周波電力を出力する単一の R F 電源 2 6 が接続され、一方前記プロセスチャンバー 1 0 に設けられた上部電極 5 0 は接地されることで、カソードカップリング (R I E) 方式の平行平板電極を構成している。従って、R F 電源 2 6 を O N し、かつプロセスガスを導入することで、この平行平板電極間で前記ウエハ 2 0 に臨んでプラズマを生成することができる。

【 0 0 2 2 】プロセスチャンバー 1 0 には処理ガスを導入するためのガス導入孔 1 2 が接続されている。本装置では、処理ガスとして例えば C F 4 、 N F 3 、 C H F 3 、 O 2 、 N 2 等の計 5 種類のガスが導入可能であり、それぞれの流量を調整するためのマスフローコントローラ 4 0 a ~ 4 0 e が設けられている。また、プロセスチャンバー 1 0 は所定の真空雰囲気中に維持されるようにガス排気孔 1 4 が接続されている。このガス排気孔 1 4 の途中には、排気圧力を調整する圧力コントローラ (図示せず) が接続されている。

【 0 0 2 3 】さらに、この装置では、電界と垂直方向に磁場を印加することによりプラズマの密度を高めて、イオン衝撃の低減及びエッチングレートの向上を図るべく、前記ウエハ 2 0 の近傍にて水平磁場を形成するためのマグネット 3 0 が、前記プロセスチャンバー 1 0 の上方に設けられている。

【 0 0 2 4 】このマグネット 3 0 は、マグネット保持プレート 3 2 により保持されている。そして、このマグネ

ット保持プレート 3 2 は回転軸 3 6 に接続され、この回転軸 3 6 は、モータ 3 8 により回転駆動可能となっている。従って、モータ 3 8 によりマグネット 3 0 をウエハ 2 0 の上方で回転させることが可能であり、これにより、ウエハ 2 0 の全面にて均一な水平磁場を形成できることとなる。このように均一な水平磁場を形成させるのは、これによりプラズマ密度の均一性を高め、ウエハ面内でのエッチングレート等の均一性を向上させるためである。

【 0 0 2 5 】 処理するウエハの大口径化例えば 8 インチ、1 2 インチ化、プロセスのサブミクロン化により、プラズマ処理の不均一性を原因とする、ウエハの歩留まりの低下、I C チップの信頼性の低下などの各種の問題が生じた。

【 0 0 2 6 】 本発明者は、このようなプラズマ処理の不均一性が生じる原因が、プラズマ処理空間でのプラズマ密度分布にあることに着目した。図 5 にこの様子が示される。図 5 は、プラズマ密度のウエハ面内での分布についての測定結果を示したものである。同図に示されるように、プラズマ密度は、ウエハ面内で略 M 字状に分布している。つまり、ウエハ端及びウエハ中心付近でプラズマ密度が低い部分があることが判明した。

【 0 0 2 7 】 ウエハ端付近においてプラズマ密度の低い部分が生じるのは、主にウエハ端でのプロセスガスの不均一性を原因とする。つまり、ウエハ端付近では、ウエハ中心付近に比べてプロセスガスの排気が不均一になり易く、これによって、プラズマ密度が不均一となる。従って、装置によっては、これとは逆に、ウエハ端付近で、プラズマ密度が高くなる場合もある。更に、ウエハ端付近では、ウエハ端と上部電極 5 0 及びプロセスチャンバー 1 0 との位置関係を原因として、プラズマ密度の不均一が生じる場合もある。

【 0 0 2 8 】 ところで、従来のプロセスでは、ウエハ中心付近でのプラズマ密度の低下といった現象については、あまり顕著に現れなかった。しかし、プロセスの大口径化に伴って、この現象が顕著に現れるようになった。このような現象が生じる原因として、本発明者は、R F 電源 2 6、下部載置電極 2 2、プラズマインピーダンス、上部電極 5 0 及び接地端子で形成されるインピーダンス分布が、高周波電流の流れる経路によって異なるという点に着目した。つまり、高周波表皮効果により、高周波電流は電極の内部よりも電極の表面を主に流れることになる。従って、下部載置電極 2 2 及び上部電極 5 0 において、ウエハ中心付近はウエハ端付近に比べて、高周波電流の流れる距離が長くなり、この部分でのインピーダンスが高くなることになる。従って、上記経路において、プラズマインピーダンスに分圧される電圧が低くなり、プラズマ密度の低下といった現象が生じることが判明した。

【 0 0 2 9 】 このような現象が生じるのを防止するため

に、本実施例では、上部電極 5 0 を図 1、図 2 に示すように次のような構成にしている。

【 0 0 3 0 】 上部電極 5 0 は、円盤状の第 1 の電極 5 2、これを同心円状に囲むリング状の第 2 の電極 5 4、第 3 の電極 5 6 によりゾーン毎に分割して形成される。そして、この第 1 の電極 5 2 と第 2 の電極 5 4 との間には第 1 の絶縁部材 6 2 が、第 2 の電極 5 4 と第 3 の電極 5 6 との間には第 2 の絶縁部材 6 4 が装填され介在している。これにより、それぞれの電極を電氣的に絶縁することが可能となる。更に、第 3 の電極 5 6 とプロセスチャンバー 1 0 との間には、第 3 の絶縁部材 6 6 が装填され介在している。これにより、第 3 の電極 5 6 とプロセスチャンバー 1 0 とを電氣的に絶縁することが可能となる。なお、この場合の絶縁部材の材質としては、汚染度が少なく、更に絶縁性の良いもの、例えば石英、セラミックなどが好ましい。

【 0 0 3 1 】 上記の構成の上部電極 5 0 には、高周波ケーブル 7 0 が並列に接続されている。つまり、第 1、第 2、第 3 の電極 5 2、5 4、5 6 には、それぞれ第 1、第 2、第 3 の高周波ケーブル 7 2、7 4、7 6 がそれぞれ並列に接続されている。更に、この高周波ケーブル 7 0 には、インピーダンス可変部 8 0 が並列に接続されている。つまり、第 1、第 2、第 3 の高周波ケーブル 7 2、7 4、7 6 には、それぞれ第 1、第 2、第 3 のインピーダンス可変部 8 2、8 4、8 6 がそれぞれ並列に接続され、これによりゾーン毎に対応した経路のインピーダンスを可変することができる。なお、このインピーダンス可変部 8 0 の他端側は接地されている。

【 0 0 3 2 】 以上の構成の上部電極 5 0、高周波ケーブル 7 0、可変インピーダンス部 8 0 により形成される回路の、等価回路を図 4 に示す。

【 0 0 3 3 】 図 4 にて、抵抗 R 1、R 2、R 3、インダクタンス L 1、L 2、L 3 は、それぞれ第 1、第 2、第 3 の電極 5 2、5 4、5 6 に固有の抵抗及びインダクタンスであって、電極の材質及び形状によってその値は決定される。また、C 1、C 2、C 3 はそれぞれ、第 1、第 2、第 3 の絶縁部材 6 2、6 4、6 6 により形成される電気容量であり、これにより第 1、第 2、第 3 の電極 5 2、5 4、5 6 を電氣的に絶縁できることとなり、各ゾーン毎のインピーダンス制御をより簡易に行うことが可能となる。

【 0 0 3 4 】 第 1、第 2、第 3 のインピーダンス部 8 2、8 4、8 6 は、それぞれ例えば可変容量 C 4、C 5、C 6 とインダクタンス L 4、L 5、L 6 をそれぞれ直列接続して構成される。このように構成すれば、可変容量 C 4、C 5、C 6 を変化させることにより、各ゾーン毎に対応した経路のインピーダンス、位相を制御することが可能となる。なお、この可変インピーダンス部 8 2、8 4、8 6 の構成は上記のものに限らず、例えば可変容量とインダクタンスを並列接続して構成してもよ

い。

【 0 0 3 5 】 以上のような構成の本実施例によりゾーン毎に対応した経路のインピーダンス制御をする場合は次のように行う。

【 0 0 3 6 】 当該装置により形成されるプラズマの密度が、例えば図 5 に示すような M 字状の分布である場合には、第 1 のインピーダンス可変部 8 2 及び第 3 のインピーダンス可変部 8 6 のインピーダンスを小さくし、第 2 のインピーダンス可変部 8 4 のインピーダンスを大きくするように可変容量 C 4 、 C 5 、 C 6 を調整する。これにより例えばプラズマ密度がフラットになるように設定することが可能となり、プラズマ処理の均一性を大幅に高めることができる。この場合、例えばプラズマ生成ガスの排気の不均一性等により、逆に、ウエハ端付近のプラズマ密度が高くなるような場合には、第 3 のインピーダンス可変部 8 6 のインピーダンスが大きくなるように設定すればよい。

【 0 0 3 7 】 なお、このプラズマ密度分布が、例えば主に装置の構造、形状により決まる固有のものである場合、C 4 、 C 5 、 C 6 は可変容量とするよりも固定容量とする方が望ましい。この場合、プラズマ密度分布をあらかじめ測定しておき、プラズマ処理の均一性が最適になるような固定容量 C 4 、 C 5 、 C 6 を接続すればよい。このように C 4 、 C 5 、 C 6 を固定容量とすれば、C 4 、 C 5 、 C 6 を可変させる制御手段を設ける必要がなくなる。従って、インピーダンス部を設けるという簡易な手段で、装置をかさばらせることもなく、また、コストを増加させることもなく、ウエハ面内でのプラズマ処理の均一化を効果的に向上させることが可能となる。

【 0 0 3 8 】 逆に、プラズマ密度が、例えば装置の使用状況、使用プロセス、プロセス段階等によって変化する場合、C 4 、 C 5 、 C 6 を可変容量にすればよい。このようにすれば装置の使用状況、使用プロセス、プロセス段階等に応じて、プラズマ処理の均一性を最適にすることができるからである。この場合、プラズマ処理中にプラズマの密度分布をモニターして、このモニターしたプラズマ密度分布に応じて、C 4 、 C 5 、 C 6 を変化させる構成とすれば、処理状況に応じてプラズマ処理の均一性を最適にすることができる。従って、ウエハの大口径化、プロセスのサブミクロン化により、より微妙なプラズマ処理の均一性の制御が要求された場合にも、これに対応することができることとなる。

【 0 0 3 9 】 このように、本実施例によれば、プラズマ処理の均一性を大幅に向上させることができるが、プラズマ処理装置を例えば図 3 に示すような構成とすれば、この均一性をより高めることができる。

【 0 0 4 0 】 つまり、図 3 において、上部電極 5 0 には複数のガス噴出孔 1 8 が設けられている。従って、ガス導入孔 1 2 より導入されたプラズマ生成ガスは、この複数のガス噴出孔 1 8 より均等に噴出されることとなる。

従って、前記したゾーン毎の経路に対応したインピーダンス制御と、これを併用すれば、その相乗効果により、上部電極 5 0 の下方におけるプラズマ均一性を、従来装置に比べ、より大幅に向上させることが可能となる。

【 0 0 4 1 】 また、本実施例では、インピーダンス可変部 8 0 を別に設ける構成としたが、必ずしもそのような構成とする必要はない。

【 0 0 4 2 】 例えば、図 5 において、第 1 、第 2 、第 3 の電極 5 2 、 5 4 、 5 6 を、プラズマ密度分布に応じて、それぞれインピーダンスの異なる別の材質で形成する構成としてもよい。例えば、図 5 のようにプラズマ密度分布が M 字状の場合、第 1 、第 3 の電極 5 2 、 5 6 を導電性の良い材質例えばアルミ材により形成し、第 2 の電極 5 4 を導電性が比較的低い材質例えば SiC により形成する。これにより、図 4 に示す等価回路において、抵抗 R 1 、 R 2 、 R 3 、インダクタンス L 1 、 L 2 、 L 3 が変化することになり、あらたにインピーダンス部を設けることなく、各ゾーン毎の経路に対応して、インピーダンスを異なつて設定することが可能となる。従って、より簡易にプラズマ処理の均一性を高めることが可能となる。

【 0 0 4 3 】 なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【 0 0 4 4 】 本発明が適用されるプラズマ処理装置は、上述した磁場アシストのマグネトロンプラズマエッチング装置に限らない。従って、例えば磁場アシストのない R I E 型プラズマ処理装置、アノードカップリング形プラズマ処理装置等にも適用できる。さらに処理の種類としてもエッチングに限らず、例えば C V D などの成膜装置の他のプラズマ処理装置にも同様に適用することも可能である。

【 0 0 4 5 】 また、処理される被処理体も半導体ウエハに限らず、例えば L C D 基板などを処理することも可能である。

【 0 0 4 6 】 また、本実施例では、上部電極 5 2 、 5 4 、 5 6 の形状として被処理体が半導体ウエハの場合、円盤状及びこれを囲むリング状の電極を用いたが、本発明はこれに限らず、被処理体が L C D 基板等の矩形の場合例えば板状及びこれを囲む矩形の電極としてもよい。

【 0 0 4 7 】 また、本実施例では、下部載置電極 2 2 側を R F 電源に接続し、上部電極 5 0 側を接地するという構成としたが、これとは逆の接続、つまり下部載置電極 2 2 側を接地し、上部電極 5 0 側を R F 電極 2 6 に接続する構成としてもよい。

【 0 0 4 8 】 また、本実施例では、第 1 、第 2 、第 3 の電極 5 2 、 5 4 、 5 6 及びプロセスチャンバー 1 0 のそれぞれの間に介在させる部材として、絶縁部材を装填させたが、本発明はこれに限るものではない。従って、例

えば、絶縁性ない部材を装填しても良いし、分割した各電極を直接密着して嵌合させる構成としてもよい。

【0049】また、図4に示すインピーダンス可変部82, 84, 86の等価回路に代えて、図6に示す等価回路を採用することもできる。図6に示すものは、マッチング回路の入力端および出力端に直列接続されたコイルLおよび可変コンデンサーVC1例えば3000pFと、マッチング回路の入力端と接地端との間に挿入接続された可変コンデンサーVC2例えば750pFとを有するものである。

【0050】さらに、図4に示すC4～C6および図6に示す可変コンデンサーVC1, VC2の構成として、図7(A)に示すいわゆるバリコンの構造を採用することが好ましい。図7(B)は、図7(A)に示すバリコンの等価回路である。図7(A)に示すバリコン構造によれば、ステータ100に対してロータを二つに分割しており、第1のロータ110および第2のロータ120が独立して回転駆動される。なお、第1, 第2のロータ110, 120は、図7(B)の等価回路となるように電気的に導通している。第1のロータ110の回転により、ステータ100, 第1のロータ110間の対向面積が変化し、図7(B)に示す等価回路における可変コンデンサー112～118…の容量が変化する。第2のロータ120を回転駆動することで、同様に、図7(B)の等価回路における可変コンデンサー122および124の容量が変化する。インピーダンスのマッチング調整時に、大きな容量変化が必要な時には、第1, 第2のロータ110, 120を同時に回転させる。インピーダンスのマッチング調整時に微調整が必要な時には、第2のロータ120のみを回転駆動させる。第1, 第2のロータ110, 120の回転駆動としては、独立した二つのモータを配置してもよいし、単一モータの出力をギアの切り替えにより各ロータ110, 120に伝達してもよい。

【0051】図7(A)に示す構造のバリコンを用いて自動インピーダンスマッチング回路を構成することもできる。この場合、インピーダンスのミスマッチングに起因する反射パワーを計測するモニター回路を設け、このモニター出力を第1, 第2のロータ110, 120の回転駆動系にフィードバックすればよい。その際に、計測された反射パワーが、予め定められた閾地を超えた場合には、第1, 第2のロータ110, 120を所定量回転駆動して荒調整し、上記閾地を下回った場合には、第2のロータ120のみを回転駆動することでインピーダンスのマッチングの微調整例えばマッチング時の1Ω以下の正確な調整が可能となる。

【0052】これに対し、従来のバリコン構造は図8に示す通りであり、ステータ130に対して単一のロータ140を回転駆動する構造となっていた。この従来の構造によれば、インピーダンスのマッチングの微調整を可

能とするためには、容量の小さいバリコンを用いなければならない。あるいは、モータのギア比をかなり大きくし、モータの一回転当たりのロータ140の回転角を微小としなければならない。容量の小さいバリコンを用いた場合には、各種のプロセスに対応させるために、固定コンデンサーを着脱しなければならないと言う繁雑さがある。また、ギア比を大きくし、あるいはステップ数を大きくした場合には、減速機構が複雑となるため、コストアップとなる。これに対して図7(A)に示すバリコン構造を採用することで、モータの単位回転角に対する容量変化の割合を変化させることができ、反射パワーを0Wにする調整を容易に行うことができる。

【0053】このことにより、プラズマ処理装置に供給される高周波電力が途中でロスされることのない予め定めた電力による被処理体の処理が正確に行われる。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、中心からの距離が異なる各ゾーン間でのインピーダンスを可変して設定することができ、被処理体の面内でより均一なプラズマ処理をすることが可能となる。

【0055】また、対向電極を分割して、各ゾーン間に絶縁部材を介在させれば、より確実にプラズマ処理の均一化を向上させることができる。

【0056】また、前記ゾーンの各電極の材質を異ならせることによってもプラズマ処理の均一性を向上させることができる。

【0057】更に、インピーダンス可変部を設けることで、装置の構成、プロセス条件等に応じて、プラズマ処理の均一性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を磁場アシストのマグネトロンプラズマ処理装置に適用した実施例の概略斜視図である。

【図2】本発明を磁場アシストのマグネトロンプラズマ処理装置に適用した実施例の概略断面図である。

【図3】図2の構成の本実施例の装置に、あらたにガス噴出孔を設けた変形実施例の概略断面図である。

【図4】上部電極及びインピーダンス可変部の等価回路について説明するための概略説明図である。

【図5】プラズマ密度の面内分布について示す概略特性図である。

【図6】図1に示すインピーダンス可変部の他の等価回路について説明するための概略説明図を表す。

【図7】(A)はステータに対してロータを分割したバリコン構造を示す概略説明図、(B)は(A)に示すバリコンの等価回路図である。

【図8】従来のバリコン構造を説明するための概略説明図である。

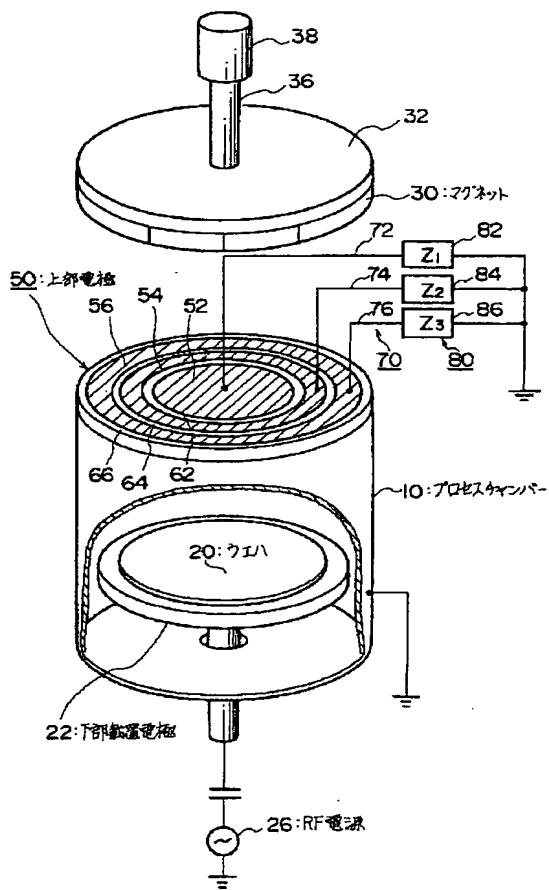
【符号の説明】

10 プロセスチャンバー

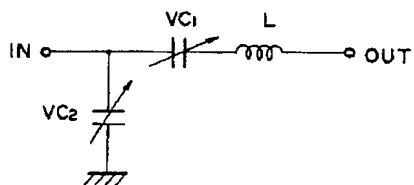
12 ガス導入孔

- 14 ガス排気孔
20 ウエハ
22 下部載置電極
26 RF電源
30 マグネット
40 a b c d e マスフローコントローラ
50 上部電極
52 第1の電極

【図1】

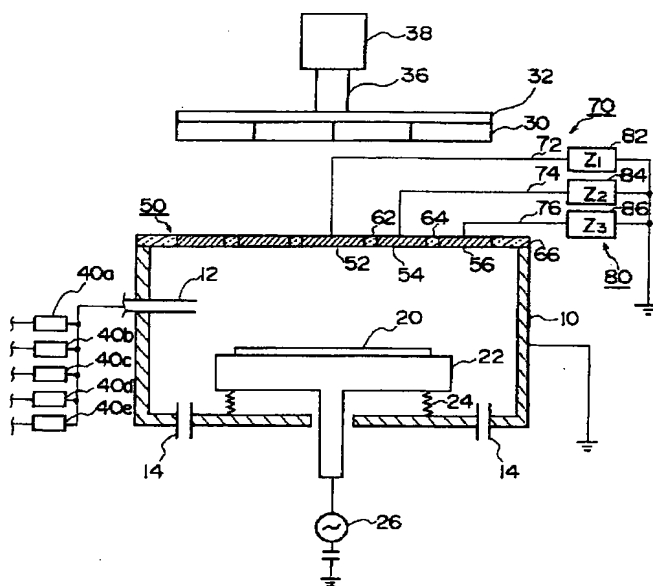


【図6】

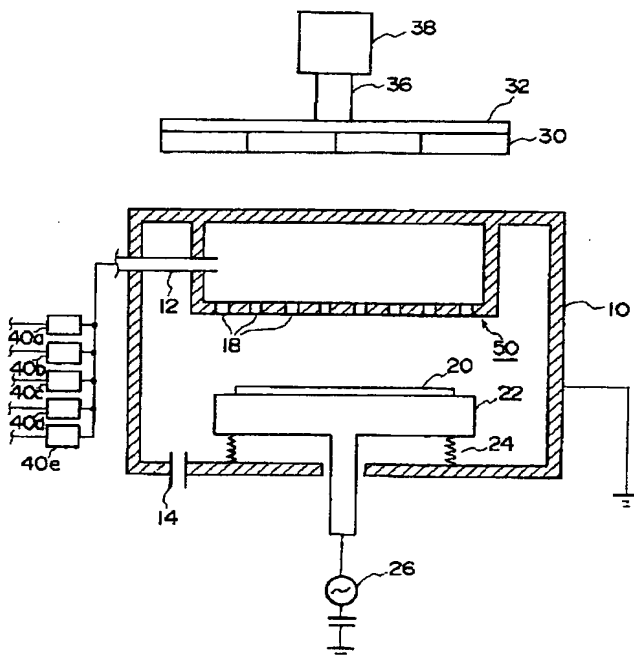


- 54 第2の電極
56 第3の電極
70 高周波ケーブル
80 インピーダンス可変部
82 第1のインピーダンス可変部
84 第2のインピーダンス可変部
86 第3のインピーダンス可変部

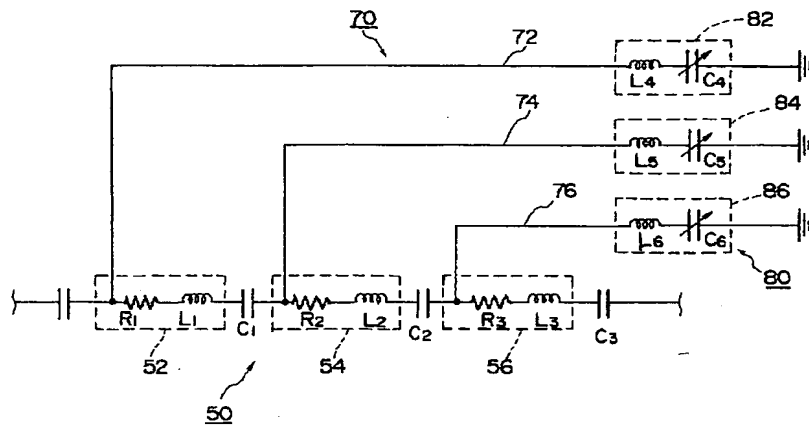
【図2】



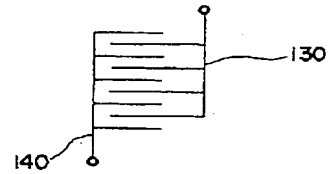
【図3】



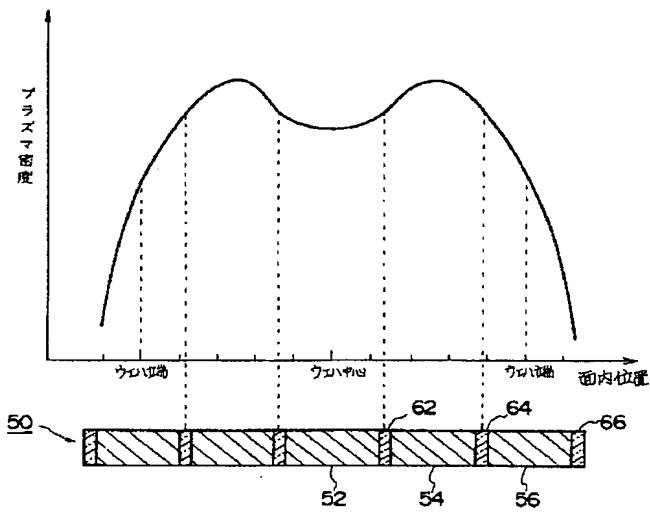
【図4】



【図8】



【図5】



【図7】

